



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 40 38 620 A 1

51 Int. Cl. 5:
F 16 J 15/32

21 Aktenzeichen: P 40 38 620.1
22 Anmeldetag: 4. 12. 90
43 Offenlegungstag: 21. 5. 92

DE 40 38 620 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31
14.11.90 DE 40 36 172.1

71 Anmelder:
Müller, Heinz Konrad, Prof. Dr.-Ing., 7050
Waiblingen, DE

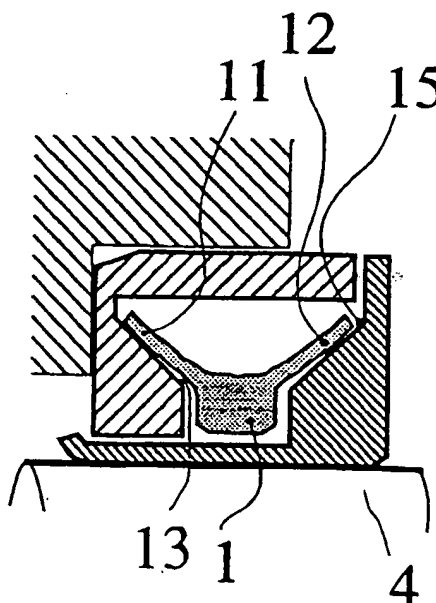
72 Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Wellendichtung

57 Bekannte Wellendichtungen versagen infolge hoher Gleitgeschwindigkeit, hoher Temperatur, unzureichender Schmierung, Rundlaufabweichungen und Verletzungen beim Einbau. Zudem erfordern sie einen hohen Aufwand für Fertigung und Montage.

Die neue, einfach herzustellende und montageunempfindliche Wellendichtung enthält in einer Kassette einen frei drehbaren Dichtring 1 aus Kunststoff, der mit Dichtlippen 11, 12 an einer ruhenden Rotationsfläche 13 und einer mit der Welle 4 drehenden Rotationsfläche 15 anliegt. Die Wellendichtung ist unempfindlich gegen Rundlaufabweichungen und die Reibungswärme verteilt sich auf zwei Dichtflächen. Die Wellendichtung eignet sich zum wirtschaftlichen Abdichten von Flüssigkeit oder Gas an der Durchtrittsstelle einer Welle durch die Wand eines Gehäuses insbesondere bei hoher Temperatur, bei hoher Gleitgeschwindigkeit, bei Rundlaufabweichungen, bei Überdruck und bei Flüssigkeitsmangel oder Trockenlauf.



DE 40 38 620 A 1

Beschreibung

Die zulässige Abdichtung rotierender Wellen gewinnt immer mehr an Bedeutung. Da Dichtungsausfälle mit Leckage verbunden sind, ist als Folge in erster Linie die Gefährdung und Verschmutzung der Umwelt in Betracht zu ziehen. Wegen der großen Stückzahlen der jährlich neu eingebauten Wellendichtung verursacht bereits eine Ausfallquote von wenigen Prozent beträchtliche Verluste an Material und Kapital in Form von Reparaturkosten, Ersatz der Dichtelemente, Kosten für die Ausfallzeiten der Aggregate und zur Beseitigung der vielfältigen Undichtheitsfolgen.

Die hauptsächlich mit Schmierstoffen drucklos beaufschlagten Wellendurchtrittsstellen von Motoren und Getrieben werden bislang vorwiegend mit Radialwellendichtringen (RWDR) nach DIN 3760/3761 mit Dichtlippen aus Elastomerwerkstoffen abgedichtet. Thermisch hoch belastete Dichtteile von RWDR werden heute meistens aus Fluorpolymeren (FPM) hergestellt. RWDR für nur eine Drehrichtung werden zur Verbesserung der Dichtsicherheit vorwiegend mit hydrodynamischen Dichthilfen (Drall) ausgestattet.

In der weiteren technischen Entwicklung der Aggregate mit rotierenden Wellen und in den künftig zu erwartenden Anforderungen sind Trends zu erkennen, für die Dichtungstechnik bislang noch keine hinreichend sicheren Lösungen anzubieten hatte. Unter anderem besteht der Wunsch nach immer längeren Ölwechselintervallen mit dem Ziel, letztlich mit einer einzigen Lebensdauer-Ölfüllung der Aggregate auszukommen. In Verbindung mit den hohen Temperaturen moderner Aggregate bedeutet dies unausweichlich den Übergang zu synthetischen Schmierstoffen. Auf der anderen Seite muß die Dichtungstechnik künftig auch auf die Verwendung biologisch abbaubarer Öle vorbereitet sein. In der Verfahrenstechnik, der Lebensmittelchemie und der pharmazeutischen Industrie müssen Wellendichtungen chemisch resistent sein und dürfen keine Toträume aufweisen, in denen sich Produktreste festsetzen und einer Reinigungsspülung entziehen könnten. Überdies ist auch auf Wellendichtungen zu achten, die zeitweilig oder dauernd mangelhaft oder überhaupt nicht mit Schmierstoff versorgt sind und/oder bei sehr hohen Gleitgeschwindigkeit sicher und langfristig funktionieren müssen. Eine nicht zu vernachlässigende Forderung ist, daß Wellendichtungen auch größere Rundlaufabweichungen der rotierenden Wellen ertragen müssen, ohne daß dadurch Undichtheit entsteht.

Aufgrund der guten Erfahrungen mit verschiedenen Dichtungen aus verstärktem Polytetrafluorethylen (PTFE) wurden in letzter Zeit vielfältige Anstrengungen zur Neu- und Weiterentwicklung auch von PTFE-Wellendichtungen unternommen [Lit. 1]. Diese Entwicklung geht von der Erfahrung aus, daß PTFE-Werkstoff thermisch hoch belastbar und chemisch äußerst beständig sind und zudem tribologisch günstige Gleiteigenschaften aufweisen. Der generellen Forderung nach geringer Leckage bei langer Lebensdauer genügt nach den bisher bekannt gewordenen Erfahrungen eine spezielle Bauart von PTFE-Dichtungen, die hier als PTFE-Manschettendichtung mit Spiralschnitt bezeichnet wird [Lit. 2, Seiten 42, 43]. Diese Dichtung besteht im wesentlichen aus einer dünnwandigen, ursprünglich ringförmigen PTFE-Scheibe, die manschettenartig ausgestülpt die Wellenoberfläche dichten berührt, wobei in die Lauffläche der Maschette eine Spiralrinne eingeschnitten ist. Die Spiralrinne bildet mit der Wellenoberfläche zusammen

einen gewindeartigen Kanal, in welchem in den Dichtspalt eingedrungene Flüssigkeit durch die Wirkung der Schleppströmung in den abzudichtenden Raum zurückgeführt wird. Die PTFE-Scheibe einer derartigen PTFE-Manschettendichtung wird in der Regel in eine mehrteilige Metallfassung eingeklemmt und zur Herstellung statischer Dichtheit zusätzlich verklebt und/oder mit Hilfe zusätzlicher Gummiteile innerhalb der Metallfassung abgedichtet. Die Metallfassung wird dann ihrerseits in die Gehäusewand des abzudichtenden Aggregats eingepreßt oder eingeklemmt. Diese notwendigen Merkmale der herkömmlichen PTFE-Manschettendichtung mit Spiralschnitt bedingen zu deren Herstellung und Montage insgesamt einen verhältnismäßig hohen Aufwand. Weiterhin ist die Dichtlippe einer PTFE-Manschettendichtung im Vergleich zu einem Elastomer-RWDR radial steif, was dazu führt, daß die Dichtlippe größeren Rundlaufabweichungen der Welle nicht zu folgen vermag und deshalb undicht wird. Bei hoher Gleitgeschwindigkeit kann bei herkömmlichen PTFE-Manschettendichtungen die beträchtliche Reibungswärme der aufeinander gleitenden Dichtflächen zur Überhitzung der Dichtlippe führen. Insbesondere bei schlechter Schmierung oder beim völligen Fehlen einer die Dichtflächen schmierenden Flüssigkeit kann auch das an sich gut wärmebeständige PTFE schnell überhitzt und dadurch nachhaltig geschädigt werden. Ein weiteres Problem bei der Verwendung herkömmlicher PTFE-Manschettendichtungen besteht darin, daß sie bei der Montage nur mit großem Aufwand und mit der Gefahr einer funktionsbeeinträchtigenden bleibenden Verformung gegen die Stirnseite der Dichtlippe auf die Wellenauflagefläche geschoben werden können.

In P 35 44 783 ist eine Wellendichtung mit Spritzringen und Fangrinnen beschrieben, bei der mittels einer mit der Welle umlaufenden elastischen Dichtscheibe der Durchtritt von Luft, Staub oder Flüssigkeitsnebel verhindert wird. Die Dichtscheibe ist an einem mit der Welle umlaufenden Teil befestigt und die abdichtende Berührzone der Dichtscheibe rotiert somit stets mit der vollen Drehzahl der Welle und demgemäß mit verhältnismäßig hoher Reibleistungsdichte.

Eine aus der Praxis bekannte Wellendichtung in Kassettenform weist einen in einem gehäusefesten Ring radialbeweglich gelagerten und verdrehgesicherten PTFE-Dichtring mit zwei Dichtlippen auf, wobei jede Dichtlippe an je einer radialen Rotationsfläche eines rotierenden Innenrings anliegt. Die Gleitgeschwindigkeit an jeder Dichtlippe entspricht der vollen Umfangsgeschwindigkeit und die Reibleistung der Kassettendichtung ist demgemäß doppelt so groß wie die der bekannten einlippigen PTFE-Manschettendichtungen.

Aus der dichtungstechnischen Literatur ist eine schwimmende Anordnung eines radial gedehnt in eine V-förmige Ringnut eingelegten Elastomer-O-Rings bekannt, wobei je eine Wand der Nut Teil des stationären beziehungsweise des rotierenden Maschinenteils ist [Lit. 2, Seite 49]. Ein Nachteil dieser Anordnung ist, daß der aus Elastomer-Werkstoff bestehende O-Ring im Verhältnis zu einem Elastomer-Radialwellendichtring eine große Berührfläche und einen für die Abdichtwirkung ungünstigen Pressungsverlauf aufweist. Eine derartige Anordnung ist deshalb bei Flüssigkeitsbeaufschlagung und rotierender Welle prinzipiell undicht und sie wird zudem bei hoher Gleitgeschwindigkeit durch die Reibungswärme überhitzt und zerstört. Weiterhin verliert ein unter Zugspannung erhitzter Elastomer-Ring durch Dehnung und Relaxation nach kurzer Zeit einen Groß-

teil seiner Vorspannung und damit seine Dichtfunktion. Aus diesen Gründen ist eine derartige Dichtung lediglich bei niedriger Temperatur, bei guter Schmierung und bei niedriger Gleitgeschwindigkeit als sogenannte Schutzdichtung verwendbar. Der naheliegende Gedanke, bei einer derartigen Dichtung anstatt eines O-Rings aus Elastomer einen solchen aus einem wärmebeständigeren Kunststoff, beispielsweise aus PTFE, zu verwenden, ist wegen der im Vergleich zu einem O-Ring wesentlich größeren Steifigkeit und wegen des unter Zugspannung auftretenden plastischen Fließens von PTFE nicht realisierbar. Beim Einbau eines steifen, in Umfangsrichtung gedehnten Kunststofftrings in eine V-förmige Ringnut entsteht zusätzlich das Dilemma, daß wegen der Maßtoleranzen in einer Serie einerseits viele Dichtringe übermäßig stark angepreßt sind und dadurch verschleifen oder verbrennen, und daß andererseits viele Dichtringe zu wenig angepaßt sind und deshalb undicht werden.

Weiterhin ist die schwimmende Anordnung eines Dichtrings aus Kohlegraphit in einer Hochtemperatur-Gleitringdichtung bekannt [Lit. 2, Seiten 132, 133]. Hier ist ein im Verhältnis zu Kunststoffen nahezu unelastischer Dichtring aus Kohlegraphit zwischen eine gekrümmte konkave Gleitfläche eines axialbeweglichen metallischen Gleitrings und eine ebene Stirnfläche eines Gegenrings schwimmend eingelegt. Die Anpressung der gleitenden Dichtflächen des Kohlegraphittrings an den metallischen Gleitring beziehungsweise an das Gehäuse wird durch separate Federn erzeugt. Diese Dichtung ist speziell für den Einsatz bei sehr hoher Temperatur des abzudichtenden Fluids so gestaltet, daß auf die bei Gleitringdichtungen sonst üblichen elastischen Nebendichtungen verzichtet werden konnte. Damit in dem bruchgefährdeten keramischen Kohlegraphitring keine Zugspannung entstehen, liegt er an einer konkaven Innenfläche des metallischen Gleitrings an und wird dadurch tangential auf Druck belastet.

Somit bestand insgesamt die Aufgabe, eine Wellendichtung zu schaffen, die folgende Merkmale aufweist:

- auch unter ungünstigen Schmierungsbedingungen, bei Trockenlauf und bei hoher Drehzahl der Welle ist die Reibung und damit die Übertemperatur der gleitenden Dichtflächen kleiner als bei herkömmlichen Wellendichtungen,
- der Aufwand für Fertigung und Montage ist kleiner als bei herkömmlichen Wellendichtungen,
- die Dichtung ist unempfindlich gegenüber Rundlaufabweichungen,
- empfindliche Teile der Dichtung können beim Einbau der Wellendichtung in das abzudichtende Aggregat nicht beschädigt werden.

Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben mittels einer Wellendichtung gelöst, die einen Dichtring aus elastischem, wärmebeständigem und verschleißfestem Kunststoff aufweist, der einerseits an eine Rotationsfläche eines mit der Welle verbundenen Rotationskörpers und andererseits an eine Rotationsfläche eines zweiten mit dem Gehäuse des abzudichtenden Aggregats verbundenen stationären Rotationskörpers dichtend angepreßt ist und wobei die angepreßten Teile des Dichtrings vorzugsweise dünnwandige Dichtlippen sind, deren Anpreßkraft durch ihre zwangsweise Verformung beim Einfügen zwischen die Rotationsflächen hervorgerufen wird. Vorzugsweise werden die Dichtlippen bei der Herstellung des Dichtrings entweder als radial sich

erstreckende, in axialer Richtung dünnwandige Ringscheiben oder in der Form dünnwandiger Hohlzylinder geformt. Um die Form der Dichtlippen bereits vor dem Einbau des Dichtrings zwischen die Rotationsflächen diesen anzupassen, werden die Dichtlippen vorzugsweise in erwärmtem Zustand plastisch "aufgedornt", das heißt mit Hilfe von kegeligen Hilfswerkzeugen vorverformt.

Die Höhe der Anpreßkraft der Dichtlippen an die Rotationsflächen der Wellendichtung wird durch die Biegesteifigkeit der Dichtlippen und durch die relative axiale Position der beiden Rotationsflächen bestimmt. Vorzugsweise sind die Dichtlippen dünner als 3 Millimeter. Für die Herstellung ist es günstig, die Rotationsflächen als Kegelflächen auszubilden.

Der Dichtring der erfindungsgemäßen Wellendichtung wird durch Reibung zwischen der sich mit der Welle drehenden Rotationsfläche und der diese berührenden Dichtlippe in Drehung versetzt, wobei die Drehzahl des Dichtrings in aller Regel kleiner ist als die Wellendrehzahl. Der Dichtring gleitet deshalb mit seiner anderen Dichtlippe auf der ruhenden Rotationsfläche des stationären Rotationskörpers. Dadurch verteilt sich die Reibungswärme auf zwei verhältnismäßig langsam gleitende Dichtflächen. Zugleich ist an beiden Dichtflächen die von der Gleitgeschwindigkeit abhängige Verschleißrate kleiner als bei herkömmlichen PTFE-Manschettendichtungen, an deren Dichtlippe die volle Gleitgeschwindigkeit auftritt. Somit ist die verschleißbedingte Lebensdauer der Dichtung auch bei ungünstiger Schmierung höher als diejenige herkömmlicher PTFE-Manschettendichtungen. Durch das Anliegen der Dichtlippen an den zueinander geneigten Rotationsflächen nimmt der Dichtring eine stabile axiale Lage ein. Die Kegelwinkel des gehäusefesten Kegels und des wellenfesten Kegels können unterschiedlich ausgeführt sein, um dadurch eine unterschiedlich starke Anpressung und demgemäß eine unterschiedlich starke Reibung der beiden Dichtlippen herzustellen. Mit dieser Maßnahme kann die Rotationsgeschwindigkeit des Dichtrings beeinflusst werden, beispielsweise um wegen einer betriebsbedingten Asymmetrie der Wärmeableitung den Gleitflächen der beiden Dichtlippen unterschiedliche Gleitgeschwindigkeiten und somit eine unterschiedlich hohe Reibleistung aufzuprägen. Dies kann jedoch auch durch eine unterschiedliche Schmiegun an den Berührungszonen der beiden Dichtlippen mit den Rotationsflächen erreicht werden. Beispielsweise wird dazu eine der beiden Dichtlippen mit einer ringwulstartigen gewölbten Verdickung ausgeführt, mit der sie die eine Rotationsfläche entlang einer schmalen Ringfläche berührt, während die andere Dichtlippe auf einer breiteren Ringfläche konform und dadurch mit größerer Reibung an der anderen Rotationsfläche anliegt.

Besteht der Wunsch, zur Verbesserung der Dichtwirkung und zur Verringerung des Verschleißes und zur Verminderung der auf die Berührfläche bezogenen Reibleistung (Reibleistungsdichte) eine gleichmäßige Flächenpressung der berührenden Dichtlippen zu erzwingen, so werden die erzeugenden der von den Dichtlippen berührten Rotationsflächen teilweise gekrümmt ausgeführt, dergestalt, daß die Oberflächen näherungsweise der Kontur der zwangsweise verformten Dichtlippen entsprechen und diese somit gleichmäßig und mit verhältnismäßig geringer Flächenpressung anliegen.

Um die Übertemperatur an den gleitenden Dichtflächen möglichst gering zu halten, werden die Rotationskörper, mindestens in den Bereichen in denen der Dicht-

ring sie berührt, dünnwandig, vorzugsweise dünner als 2 mm ausgeführt. Bei besonderen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Dichtvorrichtung ist deshalb sowohl die gehäusefeste Rotationsfläche als auch die wellenfeste Rotationsfläche jeweils Bestandteil eines dünnwandigen Blechgehäuses. Somit kann die Reibungswärme von den Gleitflächen auf kurzem Weg durch die dünne Wand des jeweiligen Blechgehäuses hindurch zu dessen Außenfläche abfließen und somit bei verhältnismäßig niederem Temperaturniveau an die die Außenfläche umgebende Luft oder Flüssigkeit abgeführt werden.

Um Beschädigung beim Einbau der Dichtung in das abzudichtende Aggregat völlig zu vermeiden, bilden bei einer bevorzugten Ausführungsform die Rotationskörper eine den Dichtring umschließende kassettenartige Baueinheit, deren beide relativ zueinander drehbaren Teile sich gegenseitig axial zusammenhalten. Vorzugsweise umgreift hierzu ein radial vorspringender Rand des einen Rotationskörpers den anderen Rotationskörper mit axialem Spiel. Der Dichtring ist innerhalb der Kassette zwischen die beiden Rotationsflächen axial eingespannt, wobei die Spannkraft infolge einer geometrisch bedingten, zwangsweisen Verformung der — vorzugsweise vorverformten — Dichtlippen entsteht. Vorzugsweise werden die Kassettenteile aus dünnwandigem Blech hergestellt. Bei einer besonders wirtschaftlichen Fertigung der erfindungsgemäßen Wellendichtung werden die Dichtlippen des — vorzugsweise erwärmten — Dichtrings unmittelbar beim Zusammenbau der Kassette plastisch vorverformt.

Um beim Einsatz der Wellendichtung in Aggregaten mit vorwiegend gleichbleibender Drehrichtung der Welle die dynamische Dichtheit zu verbessern, sind in bekannter Weise die Dichtlippen im Bereich ihrer Anpressung mit spiralförmigen Rillen versehen.

Sollen Wellendichtungen mit den erfindungsgemäßen Merkmalen zur Abdichtung eines unter Überdruck stehenden Fluids eingesetzt werden, so wird der Mittelteil des Dichtrings im Vergleich zu den Dichtlippen dickwandig ausgeführt. Vorzugsweise wird in diesem Fall die Wellendichtung so angeordnet, daß das unter Überdruck stehende Fluid die Dichtlippen zusätzlich zu ihrer verformungsbedingten Vorspannung an die Rotationsfläche preßt.

Die Wellendichtung wird weiter dadurch verbessert, daß an den Dichtring Dichtkanten angeformt sind und daß diese Dichtkanten die Rotationsflächen berühren. Dadurch wird die Dichtpressung erhöht und der von der Schmierwirkung und der Rauheit der Dichtflächen bestimmte Dichtspalt zwischen Dichtring und Rotationsflächen wird kleiner. Diese Maßnahme ist besonders dann vorteilhaft, wenn eine Rückförderwirkung mittels Spiralrillen nicht angewendet werden kann, weil die Welle abwechselnd in beiden Drehrichtungen rotiert. Falls bei hoher Temperatur der Werkstoff des Dichtrings erweicht und dadurch die dichtende Anpressung der Dichtlippen oder der Dichtkanten nachlassen würde, ist es vorteilhaft, die Anpressung in bekannter Weise durch Federn zu verstärken. Da bei der erfindungsgemäßen Wellendichtung der Dichtring prinzipiell sowohl relativ zum Gehäuse als auch relativ zur Welle rotieren kann, versteht es sich von selbst, daß sich die Federn ausschließlich am Dichtring selbst abstützen.

Die Vorteile der schwimmenden Anordnung des Dichtrings zwischen zwei Rotationsflächen kommen bei hinreichend niederer Temperatur der Berührflächen auch zur Geltung, wenn der Dichtring aus Elastomer-

Werkstoff besteht und mit Ringkanten die Rotationsflächen berührt. Ausgehend vom Stand der Technik und der darin enthaltenen Lehre über den Rückfördermechanismus zwischen elastischen, aufeinander gleitenden Dichtflächen [vgl. Lit. 2, Seite 30] ist — betrachtet in einer Schnittebene durch die Wellenachse — an der Berührstelle der Dichtkante der Öffnungswinkel zwischen der Dichtringoberfläche und der Rotationsfläche auf der Seite, an der die abzudichtende Flüssigkeit ansteht, größer ist als auf der anderen Seite. Durch die Einspannung des Dichtrings aus Elastomer-Werkstoff zwischen die vorzugsweise kegelförmigen Rotationsflächen werden die Ringkanten geringfügig abgeplattet. Die von der Deformation des Dichtrings zwischen den Rotationsflächen erzeugte Anpreßwirkung wird dabei in vorteilhafter Weise von einer den Dichtring umgebenden vorgespannten Feder unterstützt.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellten Grundformen der Wellendichtung bestehen jeweils aus einem Dichtring 1, einem mit dem Gehäuse 2 verbundenen stationären Rotationskörper 3 und einem mit der drehbaren Welle 4 verbundenen Rotationskörper 5. Der Dichtring berührt mit einer dünnwandigen ringmembranartigen Dichtlippe 11 die hier als Kegelfläche 13 ausgebildete Rotationsfläche des stationären Rotationskörpers 3 und mit einer zweiten Dichtlippe 12 die ebenfalls als Kegelfläche 15 ausgebildete Rotationsfläche des sich mit der Welle drehenden Rotationskörpers 5. Dadurch wird der Raum 6 gegenüber dem Raum 7 sowohl bei sich drehender als auch bei ruhender Welle abgedichtet. Durch geeignete Abstimmung der Winkel und der Abstände der beiden Kegel mit der elastischen Nachgiebigkeit der Dichtlippen wird innerhalb des Toleranzbereichs dieser Einflußgrößen eine möglichst geringe jedoch dichtungstechnisch ausreichende Anpressung der Dichtlippen an die Kegel erreicht. Fig. 1a zeigt den in Fig. 1 eingekreisten Ausschnitt in vergrößerter Darstellung. Um auf bekannte Weise die in den Dichtspalt zwischen die Dichtlippe auf den Kegelflächen eindringende Flüssigkeit in den abzudichtenden Raum zurückzuführen sind in die Dichtlippe 12, die an der Rotationsfläche 15 anliegt, spiralförmige Rillen 16 eingeschnitten. Die Rille kann eingängig oder mehrgängig sein. Die Fig. 2 zeigt insbesondere einen Mittelteil 10 des Dichtrings mit einer im Vergleich zu den Dichtlippen wesentlich größeren Wanddicke.

Fig. 3 zeigt eine Ausführung der erfindungsgemäßen Dichtung mit dem Dichtring 1, den Dichtlippen 11 bzw. 12, die an den hier kegelförmig ausgeführten Rotationsflächen 13 bzw. 15 dichtend anliegen, dem in das Gehäuse 2 eingefügten und mit diesem drehfest verbundenen Rotationskörper 3 und dem mit der Welle 4 fest verbundenen Rotationskörper 5. Die Rotationskörper 3 und 5 bilden eine den Dichtring umschließende kassettenartige Baueinheit, indem ein radial vorspringender Rand 52 des Rotationskörpers 5 den Rotationskörper 3 mit axialem Spiel umgreift und somit die beiden relativ zueinander drehbaren Rotationskörper axial zusammenhält. Der Dichtring 1 ist innerhalb der Kassette zwischen die beiden Rotationsflächen 13 bzw. 15 axial eingespannt, wodurch die im Herstellungszustand annähernd zylindrischen Dichtlippen trompetenförmig aufgeweitet sind. Infolge dieser Aufweitung entsteht beim Zusammenbau der Kassette von selbst die die Dichtwirkung erzeugende Anpressung der Dichtlippen an die Rotationsflächen. Der Mittelteil 10 mit seiner größeren Wanddicke versteift den Dichtring, so daß die Wellendichtung auch verwendet werden kann, wenn im Raum

6 ein Überdruck gegenüber dem Raum 7 herrscht. In diesem Fall werden die Dichtlippen zusätzlich zu ihrer verformungsbedingten Vorspannung vom Überdruck an die Rotationsflächen angepreßt.

Fig. 4 zeigt eine Ausführung der erfindungsgemäßen Dichtung mit einem durchgängig dünnwandigen Dichtring 1 mit den Dichtlippen 11 bzw. 12, dem in das Gehäuse 2 eingefügten und mit diesem drehfest verbundenen Rotationskörper 3 aus dünnwandigem Blech und dem mit der Welle 4 fest verbundenen Rotationskörper 5 aus dünnwandigem Blech. Die Blechteile bestehen vorzugsweise aus nichtrostendem Stahl. Die Dichtlippen liegen an den hier kegelförmig ausgeführten Rotationsflächen 13 bzw. 15 dichtend an. Die Rotationskörper 3 und 5 bilden eine den Dichtring umschließende kassettenartige Baueinheit, indem ein radial vorspringender Rand 52 des Rotationskörpers 5 den Rotationskörper 3 mit axialem Spiel umgreift und somit die beiden relativ zueinander drehbaren Rotationskörper axial zusammenhält. Der Dichtring 1 ist innerhalb der Kasette zwischen die beiden Rotationsflächen axial eingespannt.

Fig. 5 zeigt eine kassettenartige Ausführung der erfindungsgemäßen Dichtung mit dem Dichtring 1, den beim Zusammenbau der Kasette von den Rotationsflächen 13 und 15 einwärts gebogenen und dadurch vorgespannten Dichtlippen 11 bzw. 12, dem in das Gehäuse 2 eingefügten und mit diesem drehfest verbundenen Rotationskörper 3 aus dünnwandigem Blech und dem mit der Welle 4 fest verbundenen Rotationskörper 5 aus dünnwandigem Blech. Um ein gleichmäßiges Anliegen der Dichtlippen an den Rotationsflächen zu erzeugen, sind letztere hier — im Längsschnitt gesehen — konkav so geformt, daß ihre Kontur der Biegelinie der Dichtlippen nahe kommt.

Fig. 6 zeigt eine weitere Grundform der Wellendichtung, jeweils mit einem aus zähem Kunststoff, beispielsweise aus Polytetrafluorethylen oder Polyamid bestehenden Dichtring 1, einem mit dem Gehäuse 2 verbundenen stationären Rotationskörper 3 und einem mit der drehbaren Welle 4 verbundenen Rotationskörper 5. Der Dichtring berührt auf der einen Seite mit einem gewölbten Ringwulst 111 der einen Dichtlippe die hier als Kegelfläche 13 ausgebildete Rotationsfläche des stationären Rotationskörpers 3 und auf der anderen Seite mit einer im Herstellungszustand scharfen Ringkante 122 der anderen Dichtlippe die ebenfalls als Kegelfläche 15 ausgebildete Rotationsfläche des sich mit der Welle drehenden Rotationskörpers 5. In seinem mittleren Bereich ist der Dichtring durch eine Wandverdickung 10 versteift.

Der Dichtring 1 in Fig. 7 besteht aus Elastomer, beispielsweise aus Fluorpolymer und wird von einer vorgespannten Zugfeder 17 zusätzlich radial angepreßt. In der Fig. 7 ist eine Situation dargestellt, bei der die abzudichtende Flüssigkeit sich auf der Außenseite des Dichtrings befindet. In dem vergrößert dargestellten Ausschnitt berührt die abgeplattete Ringkante 122 die Rotationsfläche 15. Der Winkel α zwischen der Rotationsfläche an der Außenseite des Dichtrings — ist erfindungsgemäß größer ausgeführt als der Winkel β auf der Innenseite. Die übrigen Bezeichnungen der Fig. 6 und 7 entsprechen denen der Fig. 1 und 2.

Fig. 8 zeigt eine weitere Ausführung mit dem Dichtring 1 aus Elastomer, der mit den Ringkanten 111 und 122 an den Rotationsflächen 13 und 15 dichtend anliegt. An seiner Innenseite wird der Dichtring durch einen Federring 17 gestützt.

Fig. 9 zeigt eine Ausführung mit einem Dichtring 1 aus Elastomer mit inneren Ringkanten 111, 122, die an den Rotationsflächen 13 und 15 dichtend anliegen. Zugleich berührt der Dichtring mit äußeren Ringkanten 112, 123 die — hier beispielsweise radialen — Rotationsflächen 133 und 155. Der Dichtring wird von einer vorgespannten Zugfeder 17 zusätzlich radial angepreßt. Die Rotationskörper 3, 5 bestehen aus dünnwandigen Blechteilen, die hier in vorteilhafter Weise eine radial nach außen offene Kasette bilden. Dadurch besteht die Möglichkeit, den Dichtring ohne Demontage der Blechteile auszutauschen.

Schließlich zeigt Fig. 10 eine kassettenartige Ausführung der erfindungsgemäßen Wellendichtung mit einem inneren Dichtring 100 und einem äußeren Dichtring 1. Der innere Dichtring liegt seinem von der Feder 17 zusätzlich angepreßten Dichtlippen an den einander gegenüberliegenden Rotationsflächen 134, 156 an. Der äußere Dichtring 1 liegt mit seinen Ringwülsten 111 dichtend an den einander gegenüberliegenden Rotationsflächen 13, 15 an. Vorzugsweise weisen die Ringwülste an den Berührstellen Ringkanten auf. Der innerhalb der Blechkasette von den Dichtflächen und Dichtkanten der beiden Dichtringe und dem gehäusefesten Blechteil 3 sowie dem mit der Welle 4 verbundenen Blechteil 5 eingegrenzten Raum 8 ist vorzugsweise mit Schmierstoff, beispielsweise mit Fett gefüllt und dient als Schmierdepot oder als Sperrkammer. Die Wellendichtung gemäß Fig. 10 dient vorzugsweise als Trenndichtung, beispielsweise zwischen dem schmiermittelhaltigen Innenraum 7 eines Aggregats — Getriebe oder Motor — und dem Umgebungsraum 6, von dem aus die Dichtstelle mit Schmutz und Wasser beaufschlagt ist. Vorzugsweise dienen dabei die rotierenden Wände 55 und 551 der Kasette als Schleuderring, die die Menge der an die Dichtringe gelangenden Substanzen begrenzen.

Literatur:

- [1] R. Haldenwang: Evolution mit Lippe, KEM, Dezember 1989
- [2] H. K. Müller: Abdichtung bewegter Maschinenteile, ISBN 3-920484-00-2; Medienverlag U. Müller, 1990

Patentansprüche

1. Wellendichtung zum Abdichten von Flüssigkeit oder Gas an der Durchtrittsstelle einer Welle (4) durch die Wand eines Gehäuses (2) mit einem Dichtring (1) aus einem elastischen, wärmbeständigen und verschleißfesten Werkstoff, wobei der Dichtring frei drehbar einerseits an einer Rotationsfläche (15) eines mit der Welle fest verbundenen Rotationskörpers (5) und andererseits an einer Rotationsfläche (13) eines mit dem Gehäuse fest verbundenen stationären Rotationskörpers (3) dichtend anliegt, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß die anliegenden Teile des Dichtrings dünnwandige Dichtlippen (11), (12) sind und
 - daß die Anpreßkraft der Dichtlippen von der durch das Einfügen des Dichtrings (1) zwischen die Rotationsflächen (13), (15) erzeugten Verformung hervorgerufen wird.
2. Wellendichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotationsflächen (13), (15) Kegelflächen sind.
3. Wellendichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugenden der Rotations-

flächen ebene, teilweise gekrümmte Kurven sind.

4. Wellendichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Rotationskörper mindestens in dem Bereich, in dem eine Dichtlippe an ihm anliegt, eine Wanddike von weniger als 2 Millimeter aufweist.

5. Wellendichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein radial vorspringender Rand (52) des einen Rotationskörpers den anderen Rotationskörper mit axialem Spiel übergreift, so daß dadurch die Rotationskörper als eine kassettenartige Baueinheit axial zusammengehalten sind.

6. Wellendichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Dichtring aus mit Füllstoffen vermengtem Polytetrafluorethylen (PTFE) besteht.

7. Wellendichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtlippen in den Bereichen ihrer Berührung mit den Rotationsflächen spiralförmige Rillen (16) aufweisen.

8. Wellendichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotationsflächen in den Bereichen ihrer Berührung mit den Dichtlippen spiralförmige Rillen aufweisen.

9. Wellendichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen den Dichtlippen befindliche Bereich (10) des Dichtrings im Vergleich zu den Dichtlippen dickwandig ist.

10. Wellendichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtlippen im Herstellungszustand radial sich erstreckende, in axialer Richtung dünnwandige Ringscheiben sind.

11. Wellendichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtlippen im Herstellungszustand die Form von dünnwandigen Hohlzylindern aufweisen.

12. Wellendichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtlippen weniger als 3 mm dick sind.

13. Wellendichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Dichtlippen (11, 12) eine Verdickung in der Form eines Ringwulstes (111) aufweist und daß dieser die Rotationsfläche berührt.

14. Wellendichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringwulst eine Ringkante (122) aufweist und daß diese die Rotationsfläche berührt.

15. Wellendichtung zum Abdichten von Flüssigkeit oder Gas an der Durchtrittsstelle einer Welle (4) durch die Wand eines Gehäuses (2) mit einem Dichtring (1) aus einem elastischen, wärmebeständigen und verschleißfesten Werkstoff, wobei der Dichtring frei drehbar einerseits an Rotationsflächen (13, 133) eines mit der Welle fest verbundenen Rotationskörpers und andererseits an Rotationsflächen (15, 155) eines mit dem Gehäuse fest verbundenen stationären Rotationskörpers dichtend anliegt, dadurch gekennzeichnet,

— daß der Dichtring aus Elastomer-Werkstoff besteht,

— daß der Dichtring Ringkanten (111, 112, 122, 123) aufweist,

— daß der Dichtring zwischen die Rotationsflächen so eingefügt ist, daß er dabei verformt wird und dadurch die Ringkanten an die Rotationsflächen angepreßt werden.

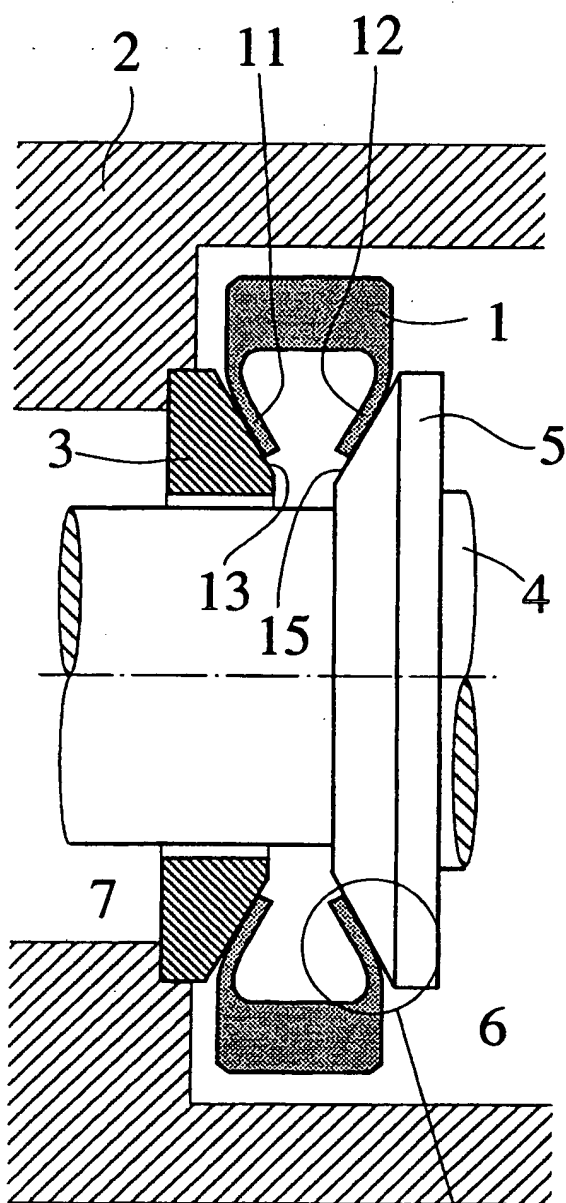
16. Wellendichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungswinkel zwischen dem Dichtring und der Rotationsfläche auf derjenigen Seite der Ringkante, an der die abzudichtende Flüssigkeit ansteht, größer ist als der Öffnungswinkel auf der anderen Seite.

17. Wellendichtung nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Dichtring von einer vorgespannten Feder (17) umgeben ist.

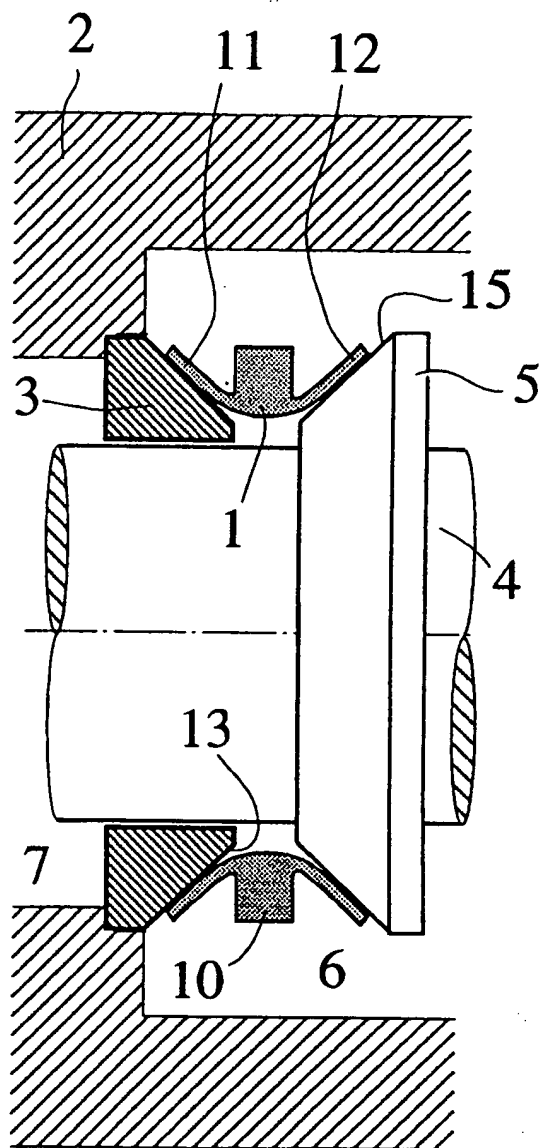
18. Wellendichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der mit der Welle verbundene Rotationskörper (5) zwei Rotationsflächen (15, 156) und der mit dem Gehäuse verbundene stationäre Rotationskörper (3) zwei Rotationsflächen (13, 134) aufweist, wobei jeweils eine Rotationsfläche des mit der Welle verbundenen Rotationskörpers einer Rotationsfläche des mit dem Gehäuse verbundenen Rotationskörpers gegenüberliegt und daß zwischen den jeweils gegenüberliegenden Rotationsflächen je ein Dichtring (1, 100) angeordnet ist.

19. Wellendichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der von den Dichtringen (1, 100), dem gehäusefesten Rotationskörper (3) und dem mit der Welle verbundenen Rotationskörper (5) eingegrenzte Raum (8) mit Schmierstoff gefüllt ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

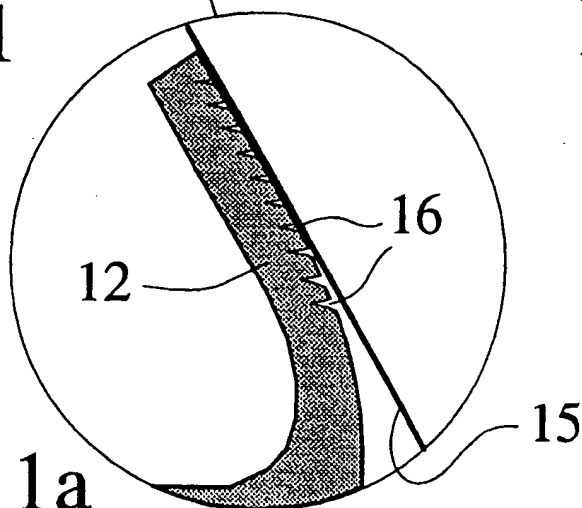


FIGUR 1

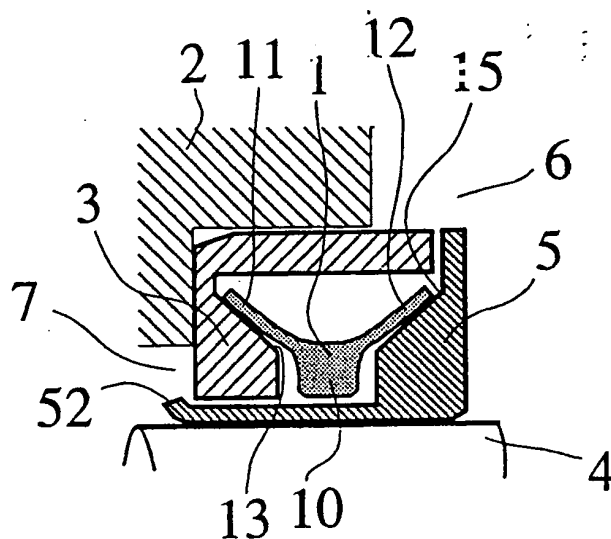


FIGUR 2

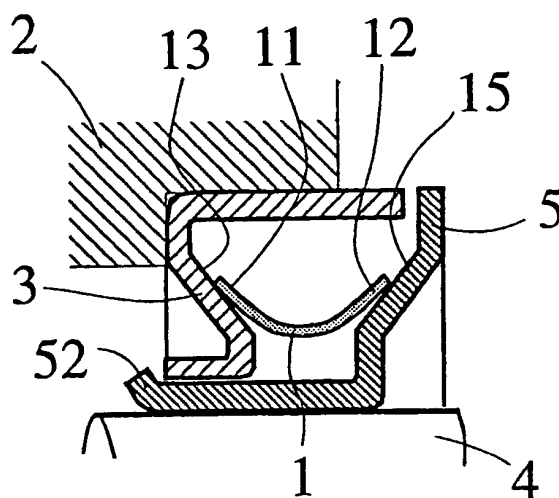
FIGUR 1a



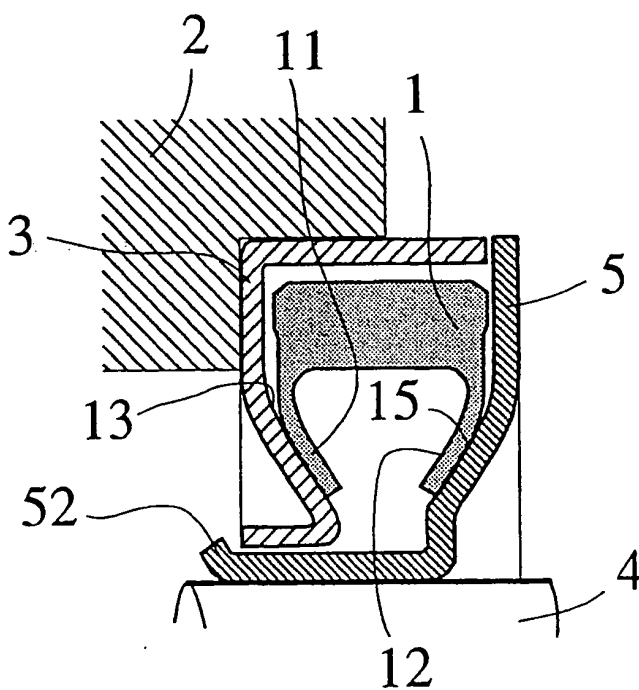
FIGUR 3

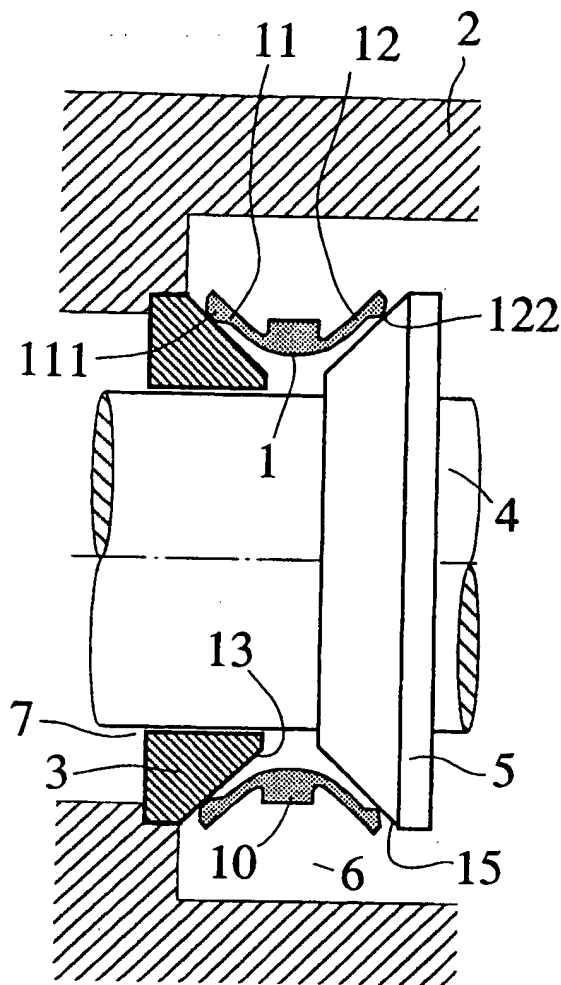


FIGUR 4

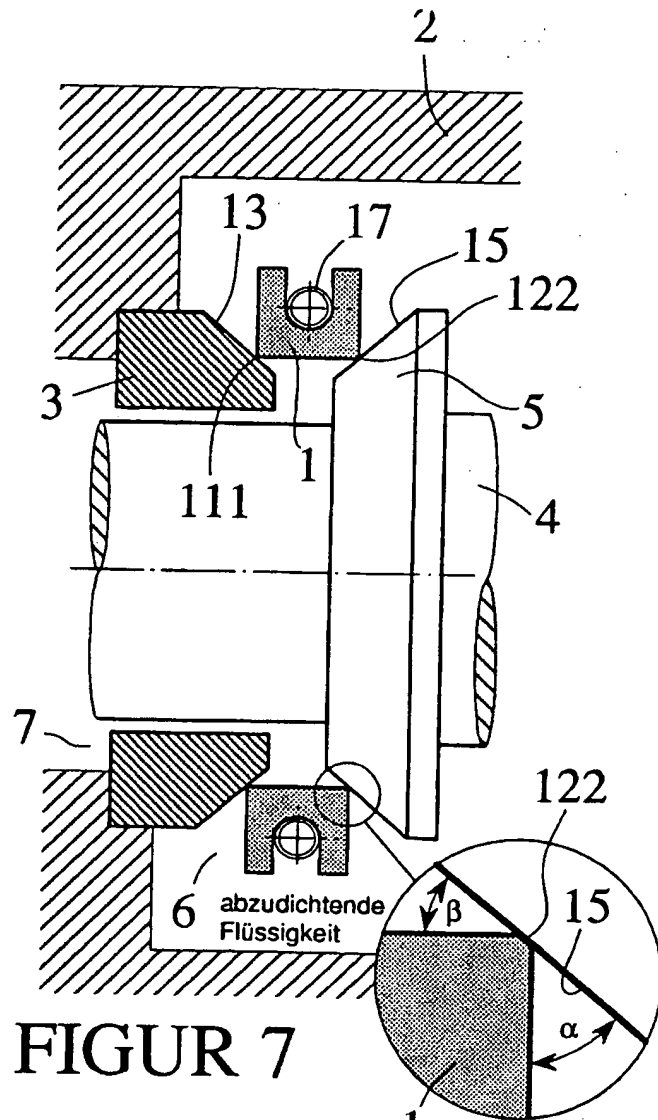


FIGUR 5

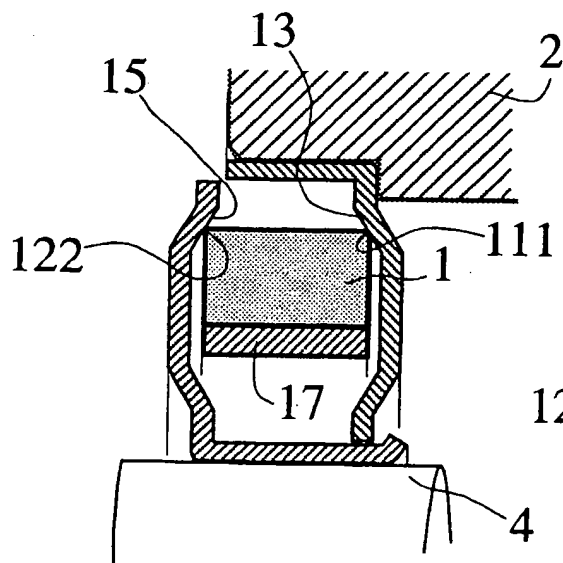




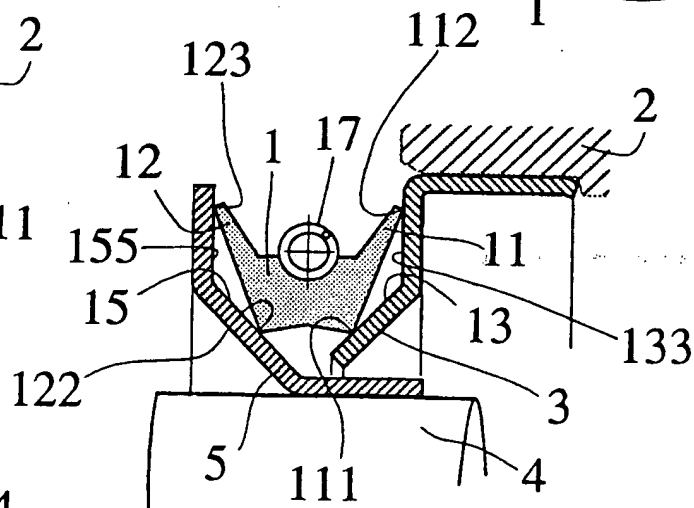
FIGUR 6



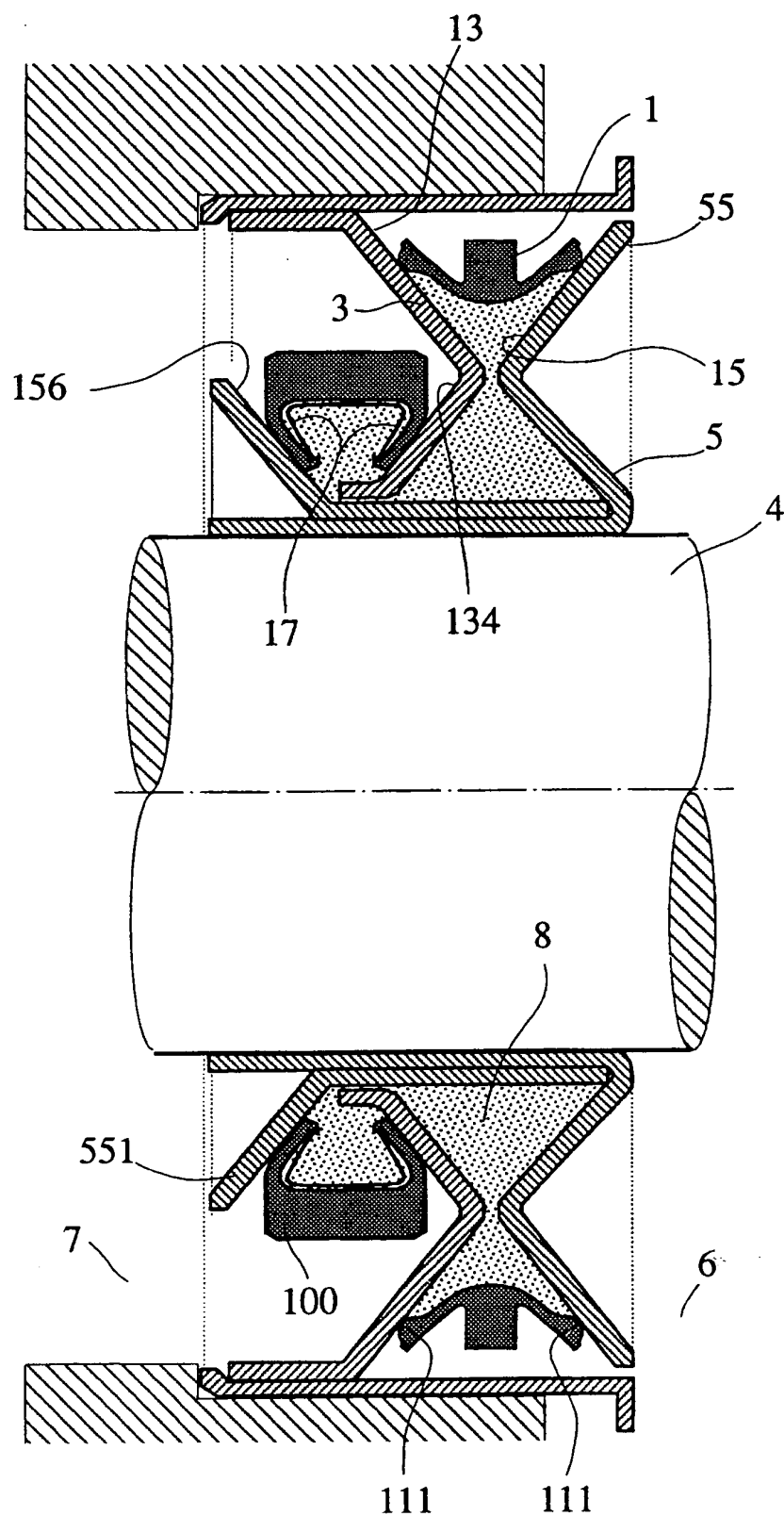
FIGUR 7



FIGUR 8



FIGUR 9



FIGUR 10